

Foreign Documents Division  
Request Form

PTO 2000-500

S.T.I.C. Translations Branch

for U.S. Serial No. 08/809,463 (APPEAL BRIEF)

Requester's Name EX. PHATX. CAO

Org. or Art Unit 2814

Office Location CP4-4B06

Phone Number 308-4917

Date of Request 10/21/99

Date Needed By NOV/10/99

PLEASE COMPLETE ONE REQUEST FORM FOR EACH DOCUMENT. A COPY OF THE DOCUMENT MUST BE ATTACHED FOR TRANSLATION.

Service(s) Requested: ☐ Search ☐ Copy ☒ Translation ☐ Abstract

☒ Patent - Doc. No. DE 4129647 Doc. Serial No. DE 4129647  
Country/Code \_\_\_\_\_ Language GERMAN  
Pub/Date \_\_\_\_\_ Pages \_\_\_\_\_

Will you accept an equivalent? ☒ Yes ☐ No

☐ Article - Author \_\_\_\_\_ Language \_\_\_\_\_

☐ Other - Language \_\_\_\_\_ Country \_\_\_\_\_

Document Delivery Mode:

☒ In-house mail  
Date 11/18/99  
STIC only

☐ Call for pickup  
Date \_\_\_\_\_  
STIC only

STIC USE ONLY

COPY/SEARCH

Processor: Examiner  
Date assigned: \_\_\_\_\_  
Date filled: \_\_\_\_\_

☒ No equivalent found  
☐ Equivalent found  
Country and document no.: \_\_\_\_\_

TRANSLATION

Date logged in: 11/3/99  
PTO estimated words: 1085  
Number of pages: 11  
Found In-House: \_\_\_\_\_

In-house  
Translator \_\_\_\_\_  
Assgn. \_\_\_\_\_  
Retnd. \_\_\_\_\_

Contract  
Name FS  
Priority 11/3/99  
Sent 11/18/99  
Retnd. 11/18/99

REMARKS \_\_\_\_\_

DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 1999 European Patent Office. All rts. reserv.

10405351

Basic Patent (No,Kind,Date): DE 4129647 A1 920402 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
DE 4129647	A1	920402	DE 4129647	A	910906 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

EP 90118720 A 900928

PATENT FAMILY:

GERMANY (DE)

Patent (No,Kind,Date): DE 4129647 A1 920402

METALLISIERUNG ZUM DRAHTBONDEN FUER EINEN HALBLEITER (German)

Patent Assignee: SIEMENS AG (DE)

Author (Inventor): NIRSCHL ERNST DR (DE); LANG GISELA (DE);

WEISPFENNING INGRID (DE)

Priority (No,Kind,Date): EP 90118720 A 900928

Applic (No,Kind,Date): DE 4129647 A 910906

IPC: \* H01L-023/482

Derwent WPI Acc No: ; C 92-115605

Language of Document: German

GERMANY (DE)

Legal Status (No,Type,Date,Code,Text):

DE 4129647	P	900928	DE AA	PRIORITY (PATENT APPLICATION)
			(PRIORITAET (PATENTANMELDUNG))	
			EP 90118720	A 900928
DE 4129647	P	910906	DE AE	DOMESTIC APPLICATION (PATENT APPLICATION) (INLANDSANMELDUNG)
			(PATENTANMELDUNG))	
			DE 4129647	A 910906
DE 4129647	P	920402	DE A1	LAYING OPEN FOR PUBLIC INSPECTION (OFFENLEGUNG)
			DE 8110	REQUEST FOR EXAMINATION
DE 4129647	P	950928	DE 8110	REQUEST FOR EXAMINATION
			PARAGRAPH 44	(EINGANG VON PRUEFUNGSANTRAEGEN)

2/9/1

DIALOG(R) File 351:DERWENT WPI

(c) 1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

008988337 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 92-115605/%199215%

XRAM Acc No: C92-053846

XRPX Acc No: N92-086414

Stable multiple layer metallisation contacts for cpd. semiconductors - consist of contact metal, barrier of titanium-tungsten-nitride and wire-bond metal and can be easily processed

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )

Inventor: LANG G; NIRSCHL E; WEISPFENNI I

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
DE 4129647	A	19920402	DE 4129647	A	19910906		199215 B

Priority Applications (No Type Date): EP 90118720 A 19900928

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing Notes	Application	Patent
DE 4129647	A		5			



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 41 29 647 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 01 L 23/482

②1 Aktenzeichen: P 41 29 647.8  
②2 Anmeldetag: 6. 9. 91  
④3 Offenlegungstag: 2. 4. 92

DE 41 29 647 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
28.09.90 EP 90 11 8720.3

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 8000 München, DE

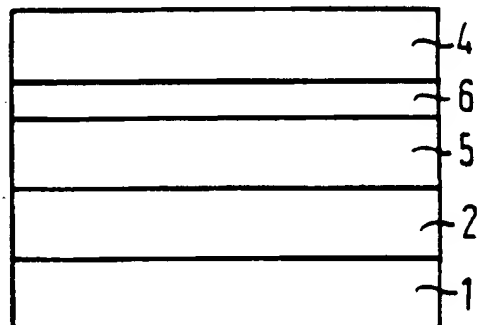
⑦2 Erfinder:  
Nirschl, Ernst, Dr., 8411 Wenzelbach, DE; Lang,  
Gisela; Weispfenning, Ingrid, 8400 Regensburg, DE

PTO 2000-500

S.T.I.C. Translations Branch

⑤4 Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter

⑤7 Eine Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter (1), bei der auf eine Halbleiteroberfläche ein erstes Metall (2), eine Sperre und ein zweites Metall (4) aufgebracht sind, soll ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren, einen kleinen elektrischen Widerstand, ein einfaches Strukturverfahren und Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements ermöglichen. Die Sperre (5) zwischen dem ersten Metall (2) und dem zweiten Metall (4) besteht aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN).



DE 41 29 647 A 1

Die Erfindung betrifft eine Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In der Halbleitertechnik, insbesondere bei den III-V-Halbleitern, die hier als Beispiele herangezogen werden, sind neben Einfachmetallisierungen häufig Metallisierungsfolgen notwendig, um Anschlüsse für den elektrischen Kontakt zu bekommen.

Fig. 2 zeigt einen typischen Aufbau für eine Metallisierungsfolge. Auf einem Halbleiter 1 befindet sich ein erstes Metall 2. Auf dem ersten Metall 2 ist eine Sperre 3 vorgesehen. Auf der Sperre 3 ist ein zweites Metall 4 angeordnet. Aufgabe der Sperre 3 ist es, das erste Metall 2 und das zweite Metall 4 sicher auseinander zu halten. Anderenfalls ergeben sich aus dem direkten Verbund von erstem Metall 2 und zweitem Metall 4 negative Eigenschaften für die ursprünglich gedachte Wirkung der beiden Einzelmetalle 2, 4.

Wenn die Metallisierungsfolge zum Drahtbonden (wire bond) vorgesehen ist, ist typischerweise das erste Metall 2 eine AuZn-Verbindung zur p-Dotierung des Halbleiters 1 oder eine AuGe-Verbindung zur n-Dotierung des Halbleiters 1 und das zweite Metall 4 ist Al bzw. eine Al-Legierung oder Reinst-Au zum Wire-Bonden.

Eine typische nicht gewünschte negative Eigenschaft des direkten Verbunds dieser Metalle beim Drahtbonden ist eine bestimmte AlAu-Verbindung, die sogenannte "Purpurpest", die bei höheren Temperaturen entsteht und die die Kontakteigenschaften der Metallisierungsfolge drastisch verschlechtert.

Bekannte Metallisierungen ohne Sperre weisen einen typischen Aufbau nach Fig. 3 auf. Auf einem Halbleiter 1 befindet sich dabei ein erstes Metall 2. Auf dem ersten Metall 2 ist ein zweites Metall 4 aufgebracht. Die Metallisierungen 2, 4 werden dabei in zwei Schritten aufgebracht: Beim ersten Schritt wird das erste Metall 2 aufgebracht, wird das erste Metall 2 mittels Fotolithographie und Ätzen des ersten Metalls 2 strukturiert, wird anschließend zur Erzielung einer besseren Haftung des ersten Metalls 2 auf dem Halbleiter 1 und zum Erreichen der gewünschten elektrischen Eigenschaft des Kontakts, z. B. des ohmschen Verhalten des Kontakts getempert. Beim zweiten Schritt wird das zweite Metall 4 aufgebracht und strukturiert. Dieser bekannte Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 muß mit hohem Aufwand hergestellt werden. Auch stellt diese Metallisierung nach Fig. 3 ohne Sperre sowohl ein Risiko bei der Weiterverarbeitung (Interdiffusion bei höheren Temperaturen, als Folge davon Bondprobleme) als auch ein Zuverlässigkeitsrisiko während des Betriebs dar ("Purpurpest" im Falle von AuAl-Verbindungen, mit der Folge von mechanischen Instabilitäten und eines Anstiegs des elektrischen Widerstands des Kontakts).

Ein anderer bekannter Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre kann anhand von Fig. 2 beschrieben werden. Wie bei einem Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 werden auch dabei die Metallisierungen in zwei Schritten aufgebracht: Beim ersten Schritt wird wie bei einem Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 vorgegangen. Beim zweiten Schritt wird eine Sperre 3 aufgebracht, beispielsweise Titan als Opfersperre oder Nickel bzw. Platin als passive Sperre, sodann wird noch beim zweiten Schritt das zweite Metall 4 auf die Sperre 3 aufgebracht und werden die Sperre 3 gemeinsam mit dem zweiten Metall 4 strukturiert.

Dieser Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre erfordert einen noch höheren Aufwand als ein Metallisierungsaufbau nach Fig. 3. Sehr schwierig ist bei einem solchen Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre vor allem beim Strukturieren das Ätzen des Nickel bzw. des Platin. Das naßchemische Ätzen des Titan und des Nickel ist aufwendig und beeinträchtigt die Maßhaltigkeit. Platin kann ausschließlich sputtergeätzt werden.

Im Falle der Opfersperre gibt es zwar eine gewisse Resistenz gegenüber einer Interdiffusion des ersten Metalls 2 und des zweiten Metalls 4, jedoch besteht immer noch ein Risiko bei der Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements und während des Betriebs des Halbleiterbauelements, wenn sich die Sperre 3 aufgrund höherer Temperatureinwirkung auf das Halbleiterbauelement über längere Zeit zu schnell verbraucht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Metallisierung der eingangs genannten Art anzugeben, die insbesondere in Hinblick auf die Sperre ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren, einen kleinen elektrischen Widerstand, ein einfaches Strukturierverfahren und Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements vor allem bei höheren Temperaturen und elektrischen Strömen, je nach Anwendungsfall unterschiedlich gewichtet, jeweils in optimaler Weise ermöglicht.

Die unterschiedlichen Teilaufgaben können technisch in verschiedener Art und Weise erfüllt werden:

Ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren kann durch Aufdampfen, Sputtern, Galvanik erzielt werden.

Ein kleiner elektrischer Widerstand kann durch Verwendung von Metallen, Metallverbindungen, Legierungen, Nitride, Carbide erreicht werden.

Ein einfaches Strukturierverfahren kann durch Fotolithographie und anschließendes Entfernen der nicht benötigten Teile der Schicht durch Naßchemie, durch Plasmaätzen, durch Sputterätzen oder durch Abhebertechnik erreicht werden.

Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements vor allem bei höheren Temperaturen und elektrischen Strömen kann durch passive Sperren (passive barrier), Opfersperren (sacrificial barrier), Verfüllungssperren (stuffed barrier) erzielt werden.

Erfindungsgemäß wird die zugrundeliegende Aufgabe durch eine Metallisierung nach dem Patentanspruch 1 gelöst.

Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der Beschreibung angegeben.

Erfindungsgemäß wird eine Verfüllungssperre Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN) eingeführt.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Metallisierung.

Fig. 2 und 3 erläutern den typischen Aufbau von bekannten Metallisierungsfolgen.

Bei Fig. 1 ist auf einem Halbleiterkörper 1 ein erstes Metall 2 aufgebracht. Auf dem ersten Metall 2 ist eine Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid vorgesehen. Auf die Sperre 5 ist ein zweites Metall 4 aufgebracht. Wenn der Halbleiter 1 ein optisches Halbleiterbauelement repräsentiert, werden durch das erste Metall 2 auch optische Eigenschaften dieses optischen Halbleiterbauelements beeinflusst. Die Sperre 5 bildet eine Festkörper-Diffusionsperre zwischen dem ersten Metall 2 und dem

zweiten Metall 4. Das zweite Metall 4 ist ausgewählt in Hinblick auf die Kontaktierung des Halbleiterbauelements, z. B. in Hinblick auf das Drahtbonden. Die Sperre 5 verhindert die Beeinflussung der optischen Eigenschaften des Systems, welches aus dem Halbleiter 1 und dem ersten Metall 2 besteht, durch das zweite Metall 4.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf den Halbleiter 1 sämtliche Schichten der Metallisierung im wesentlichen in nur einem einzigen Schritt aufgebracht werden. Dabei werden zuerst das erste Metall 2, die Sperre 5 und das zweite Metall 4 übereinander auf den Halbleiter 1 vorzugsweise durch Sputtern aufgebracht. Sodann wird die gesamte Schichtfolge der Metallisierung, bestehend aus dem ersten Metall 2, der Sperre 5 und dem zweiten Metall 4 strukturiert. Die Strukturierung kann durch Fotolithographie und anschließendes Entfernen der nicht benötigten Teile der Schichtfolge mit üblichen naßchemischen Ätzmitteln erfolgen. Sodann wird der Halbleiter 1 zusammen mit der gesamten Schichtfolge bestehend aus erstem Metall 2, Sperre 5 und zweitem Metall 4 getempert durch Temperaturbehandlung. Die Temperaturbehandlung kann bei Temperaturen zwischen 400–550°C erfolgen. Die Temperaturbehandlung kann sich je nach Anforderung über einen Zeitbereich zwischen einer Minute und 30 Minuten erstrecken.

Die Metallisierungsfolge kann auf den Halbleiter 1 auch in zwei oder in drei Schritten aufgebracht werden. Beim Aufbringen der Metallisierungsfolge auf den Halbleiter 1 in zwei Schritten wird vorteilhaft das erste Metall 2 auf den Halbleiter 1 aufgebracht. Sodann werden die Sperre 5 und das zweite Metall 4 in einem Schritt aufgebracht, strukturiert und getempert. Beim Aufbringen der Metallisierungsfolge auf den Halbleiter 1 in drei Schritten ist es vorteilhaft, zwischen der Sperre 5 und das zweite Metall 4 einen Haftvermittler 6 anzuordnen. Als Haftvermittler kann Titan dienen. Eine Strukturierung der Metallisierungsschichten 2, 4, 5, 6 ist nach dem Aufbringen jeder einzelnen Metallisierungsschicht möglich und kann vorteilhaft sein, z. B. zur Erzielung selektiver Ätzschritte.

Beim Aufbringen von zwei Schichten übereinander im wesentlichen in einem Schritt ist die Grenzfläche (Interface) zwischen diesen beiden Schichten sauber und wohl definiert. Beim Aufbringen von zwei Schichten in einem Schritt gibt es auch keine Haftungsprobleme zwischen diesen beiden Schichten. Besonders vorteilhaft ist daher das Aufbringen der Schichten 2, 3, 4 auf den Halbleiter 1 im wesentlichen in nur einem Schritt.

Die Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid dient als Festkörper-Diffusionssperre zwischen einem ersten Metall 2 und einem zweiten Metall 4. Eine Metallisierungsfolge nach Fig. 1 ist temperaturstabil und ermöglicht damit ein vereinfachtes Weiterverarbeiten des Halbleiterbauelements. Insbesondere muß daher beim Kontaktieren des Halbleiterbauelements, beispielsweise beim Drahtbonden, nicht besonders auf die verwendete Temperatur geachtet werden.

Eine Metallisierung nach Fig. 1 ermöglicht einen geringen Aufwand beim Aufbringen der gesamten Metallisierung auf den Halbleiter 1. Bei entsprechender Auslegung der verwendeten Vorrichtung zur Herstellung einer Metallisierung nach Fig. 1 können alle Metallisierungsschichten in einer einzigen Anlage, vorzugsweise in einer einzigen Sputteranlage, aufgebracht werden.

Eine Metallisierung nach Fig. 1 ist von hoher Qualität. Da die Halbleiterscheiben während des Herstellungsprozesses der Metallisierung nicht aus dem Vakuum der verwendeten Anlage zur Herstellung der Metallisierung

herauskommen, können keine Kontaminationen aus der Luft auftreten, was die Bildung schädlicher Interface-Schichten zwischen den einzelnen Metallschichten verhindert. Weiterhin lassen sich die Eigenschaften der Sperre 5 durch Änderung der Zusammensetzung und Dicke des Titan-Wolfram-Nitrids einstellen. Z. B. läßt sich der elektrische Widerstand durch den Stickstoffgehalt des Titan-Wolfram-Nitrids einstellen. Z.B. läßt sich die sichere Absperrung einer etwas rauheren Oberfläche eines Metalls durch Erhöhung der Dicke der Sperre 5 einstellen.

Bewährt haben sich Prozesse zur Herstellung der Metallisierung mit Sputtertargets mit Zusammensetzungen von 10% Titan und 90% Wolfram bei einer Stickstoffzugabe von 5–20% im Argon-Sputtergas bei niedergeschlagenen Schichtdicken von 0,1–1 µm.

Die Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid kann mit hoher Maßhaltigkeit einfach strukturiert werden durch naßchemisches Ätzen mit  $H_2O_2/NH_4OH$ -Lösungen oder durch Plasmaätzen im  $CF_4/O_2$ -Gas.

Bei der Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements, zu dem der Halbleiter 1 gehört, besteht kein Risiko durch höhere Temperaturen, da die Titan-Wolfram-Nitrid-Schicht sich bei Temperaturen von selbst 550°C über eine Stunde hinweg nicht verändert und da solche Temperaturbelastungen bei den nachfolgenden Schritten der Bauelementenherstellung wie alle Arten von Die-Bonden (Kleben, Löten, Legieren) oder Wire-Bonden und Umhüllungsprozessen nicht auftreten.

Die hohe Temperaturbeständigkeit einer Metallisierung nach Fig. 1 erlaubt auch einen risikolosen Betrieb bei Temperaturen über dem üblicherweise limitierten Temperaturwert von 100°C und bewahrt die zu trennenden Metalle 2, 4 auch über längere Zeit hinweg vor der Interdiffusion mit ihren unerwünschten Auswirkungen, wie der oben erwähnten "Purpurpest" bei der Al-Au-Verbindung.

In Fig. 1 kann zwischen der Sperre 5 und dem zweiten Metall 4 ein Haftvermittler 6 vorgesehen sein. Dieser Haftvermittler 6 kann aus Titan bestehen. Der Haftvermittler 6 kann zusammen mit den übrigen Schichten der Metallisierung nach Fig. 1 im wesentlichen in nur einem Schritt aufgebracht werden.

Für Bauelemente mit einem Substrat aus Galliumphosphid und einer Epitaxieschicht aus Galliumarsenidphosphid können für die Vorderseiten-Metallisierungen folgende Ausführungsbeispiele verwendet werden: Als erstes Metall 2 kann Gold-Zink mit einer Dicke von 600 nm aufgebracht werden. Als Sperre 5 kann Titan-Wolfram-Nitrid mit einer Dicke von 200 nm verwendet werden. Als zweites Metall 4 kann Aluminium mit einer Dicke von 1,5 µm aufgebracht werden.

Bei Bauelementen mit einem Substrat aus Galliumphosphid und einer Epitaxieschicht aus Galliumphosphid kann als erstes Metall 2 eine Schicht aus Gold-Zink mit einer Dicke von 600 nm verwendet werden. Als Sperre 5 kann eine Schicht aus Titan-Wolfram-Nitrid mit einer Dicke von 400 nm vorgesehen werden. Als zweites Metall 4 kann eine Schicht aus Aluminium mit einer Dicke von 1,5 µm aufgebracht werden.

Die Erfindung eignet sich für Halbleiterchips, vor allem für III-V-Halbleiter, insbesondere für Halbleiterchips der Optoelektronik, beispielsweise für LED's. Die Erfindung eignet sich besonders für Vorderseitenkontakte.

## Patentansprüche

1. Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter (1), bei der auf eine Halbleiteroberfläche ein erstes Metall (2), eine Sperre und ein zweites Metall (4) aufgebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperre (5) zwischen dem ersten Metall (2) und dem zweiten Metall (4) aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN) besteht. 5
2. Metallisierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Aluminium oder eine Aluminium-Legierung oder Reinst-Gold als zweites Metall (4). 10
3. Verfahren zur Herstellung einer Metallisierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Aufbringen der Sperre (5) und des zweiten Metalls (4) im wesentlichen in einem Schritt. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch Aufbringen des ersten Metalls (2), der Sperre (5) und des zweiten Metalls (4) im wesentlichen in einem Schritt. 20
5. Verfahren zur Herstellung einer Metallisierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Aufbringen eines Haftvermittlers (6) zwischen Sperre (5) und zweitem Metall (4). 25

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

8

— Leerseite —

FIG 1

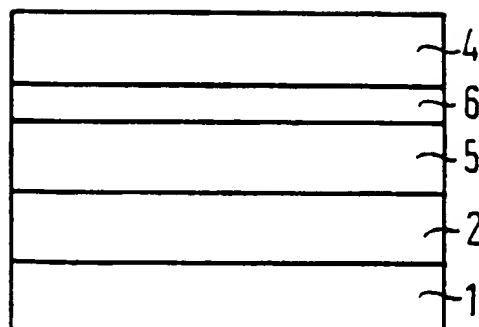


FIG 2

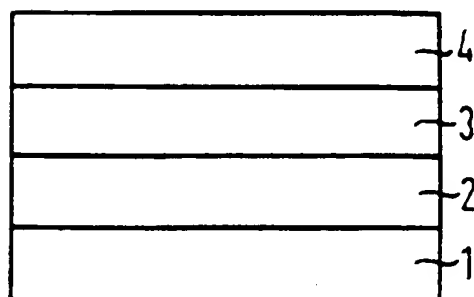
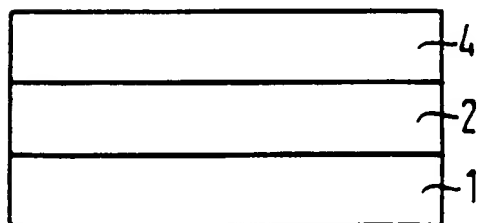


FIG 3





# Request Form for Translation

Translation Branch  
The world of foreign prior art to you.

Translations

U. S. Serial No. : 08 809463 2000 - 0456

Requester's Name: Dexter Morton

Phone No. : 308-9797

Fax No. : \_\_\_\_\_

Office Location: CG 2 10-c-01

Art Unit/Org. : 7880

Group Director: \_\_\_\_\_

Is this for Board of Patent Appeals? Yes

Date of Request: 12/7/99 - Recd 12/13/99

Date Needed By: 12/21/99

(Please do not write AS-IP-indicate a specific date)

PTO 2000-1140

S.T.I.C. Translations Branch

Phone: 308-0881  
Fax: 308-0989  
Location: Crystal Plaza 3/4  
Room 2C01

SPE Signature Required for RUSH: \_\_\_\_\_

## Document Identification (Select One):

\*\*(Note: Please attach a complete, legible copy of the document to be translated to this form)\*\*

- ☒ Patent Document No. DE 004129647  
Language \_\_\_\_\_  
Country Code DE  
Publication Date 4/2/92  
No. of Pages \_\_\_\_\_ (filled by STIC)
- ☐ Article Author \_\_\_\_\_  
Language \_\_\_\_\_  
Country \_\_\_\_\_
- ☐ Other Type of Document \_\_\_\_\_  
Country \_\_\_\_\_  
Language \_\_\_\_\_

## Document Delivery (Select Preference):

- ☒ Delivery to nearest EIC/Office Date: 12.21.99 (STIC Only)  
☐ Call for Pick-up Date: \_\_\_\_\_ (STIC Only)  
☐ Fax Back Date: \_\_\_\_\_ (STIC Only)

To assist us in providing the most cost effective service, please answer these questions:

Will you accept an English Language Equivalent?

No (Yes/No)

Will you accept an English abstract?

No (Yes/No)

Would you like a consultation with a translator to review the document prior to having a complete written translation?

No (Yes/No)

## STIC USE ONLY

### Copv/Search

Processor: \_\_\_\_\_  
Date assigned: \_\_\_\_\_  
Date filled: \_\_\_\_\_  
Equivalent found: \_\_\_\_\_ (Yes/No)

Doc. No.: \_\_\_\_\_  
Country: \_\_\_\_\_

Remarks: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Translation

Date logged in: 12/17/99  
PTO estimated words: 2190  
Number of pages: \_\_\_\_\_  
In-House Translation Available: \_\_\_\_\_  
In-House: \_\_\_\_\_ Contractor: \_\_\_\_\_  
Translator: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_  
Assigned: \_\_\_\_\_ Priority: \_\_\_\_\_  
Returned: \_\_\_\_\_ Sent: \_\_\_\_\_  
Returned: \_\_\_\_\_

PTO 00-0500

CY=DE DATE=19920402 KIND=A1  
PN=4,129,647

METALLIZATION FOR WIRE BONDS FOR A SEMICONDUCTOR  
[Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter]

Ernst Nirschl, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. November 1999

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(10):	DE
DOCUMENT NUMBER	(11):	4129647
DOCUMENT KIND	(12):	A1
	(13):	
PUBLICATION DATE:	(43):	19920402
PUBLICATION DATE	(45):	
APPLICATION NUMBER	(21):	P4129647.8
APPLICATION DATE	(22):	19910906
ADDITION TO	(61):	
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51):	H01L 23/482
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52):	
PRIORITY COUNTRY	(33):	EP
PRIORITY NUMBER	(31):	90118720.3
PRIORITY DATE	(32):	19900928
INVENTOR	(72):	NIRSCHL, ERNST; LANG GISELA; WEISPFENNING, INGRID
APPLICANT	(71):	SIEMENS AG
TITLE	(54):	METALLIZATION FOR WIRE BONDS FOR A SEMICONDUCTOR
FOREIGN TITLE	[54A]:	Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter

## Description

41

The invention involves a metallization for wire bonds for a semiconductor in accordance with the preamble of Patent Claim 1.

In semiconductor technology, especially with III-V semiconductors, that are used here as examples, besides simple metallization, frequently metallization series are necessary to create connectors for electrical contact.

Figure 2 shows a typical construction for a metallization series. On semiconductor 1 is found first metal 2. Barrier 3 is provided on first metal 2. Second metal 4 is placed on barrier 3. The function of barrier 3 is to securely hold first metal 2 and second metal 4 apart. Otherwise negative characteristics for the originally intended effect of both individual metals 2, 4 result from direct contact of first metal 2 and second metal 4.

When a metallization series for wire bonds is provided, typically first metal 2 is a AuZn compound for p-doping semiconductor 1 or a AuGe compound for p-doping semiconductor 1, and second metal 4 is Al or an Al alloy or highly pure Au for wire bonds.

A typical, undesired, negative characteristic for direct connection of these metals for wire bonds is a certain AlAu compound, the so-called "purple plague", that arises at higher

---

Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

temperatures and drastically worsens the contact characteristics of the metallization series.

Known metallizations without barriers have a typical construction in accordance with Fig. 3. On semiconductor 1 is thereby found first metal 2. Second metal 4 is placed on first metal 2. Metallizations 2, 4 are thereby applied in two steps: in the first step, first metal 2 is applied; if first metal 2 is structured by means of photolithography and etching of first metal 2, then to create a better adhesion of first metal 2 on semiconductor 1 and to achieve the desired electrical characteristic for the contact, for example, the ohmic behavior is tempered. In the second step, second metal 4 is applied and structured. This known metallization construction in accordance with Fig. 3 requires high expenditure for its manufacture. This metallization in accordance with Fig. 3 without a barrier also represents both a risk during further processing (interdiffusion at higher temperatures, bonding problems as a consequence of this) and a dependability risk during operation ("purple plague" in the case of AuAl compounds, with the consequence of mechanical instabilities and a increase in the electrical resistance of the contact).

Another known metallization construction with a sacrificial barrier or passive barrier can be described using Fig. 2. As with a metallization construction in accordance with Fig. 3, the

metallizations can thereby also be applied in two steps: with the first step, the process is as in the metallization construction in accordance with Fig. 3. During the second step, barrier 3 is applied, for example, titanium as a sacrificial barrier or nickel and/or platinum as a passive barrier, then still during the second step, second metal 4 is applied on barrier 3, and barrier 3 is structured together with second metal 4.

This metallization characteristic with sacrificial barrier or /2 passive barrier requires a still higher expenditure than a metallization construction in accordance with Fig. 3. Very difficult with such a metallization construction with a sacrificial barrier or a passive barrier is primarily etching the nickel or platinum during structuring. Wet chemical etching of titanium and nickel is expensive and interferes with dimensional stability. Platinum can be exclusively sputter etched.

In the case of sacrificial barriers, there is a certain resistance with respect to interdiffusion of first metal 2 and second metal 4, however there is always a risk with further procession of the semiconductor components and during operation of the semiconductor components, when barrier 3 is too quickly used up due to higher temperature effects over longer periods of time on the semiconductor elements.

The present invention achieves the goal of providing a metallization of the type mentioned in the introduction that,

especially with respect to the barrier, allows in an optimal manner a simple structuring process and stability during further processing and during the operation of the semiconductor elements primarily at higher temperatures and electric currents, weighted differently depending on the usage case.

The various partial goals can be technically fulfilled in various ways:

An economic manufacturing process can be achieved through evaporation, sputtering or galvanics.

A small electrical resistance can be achieved through use of metals, metal compounds, alloys, nitrides, or carbides.

A simple structuring process can be achieved through photolithography and then removing the unnecessary parts of the layer by wet chemistry, by plasma etching, by sputter etching or by lifting technology.

Stability during further processing and during the operation of the semiconductor elements primarily at higher temperatures and electrical currents can be achieved by passive barriers, sacrificial barriers, or stuffed barriers.

In accordance with the invention the underlying goal is achieved by a metallization in accordance with patent Claim 1.

Embodiments and advantages of the invention are given in the subclaims and in the description.

In accordance with the invention a stuffed barrier is introduced of titanium-tungsten-nitride (TiWN).

The invention is more closely explained using the figures.

Figure 1 schematically shows a metallization in accordance with the invention.

Figures 2 and 3 explain the typical construction of known metallization series.

In Fig. 1, first metal 2 is applied to semiconductor 1. Barrier 5 of titanium-tungsten-nitride is provided on first metal 2. Second metal 4 is applied to barrier 5. When semiconductor 1 represents an optical semiconductor component, optical characteristic of this optical semiconductor component are also influenced by first metal 2. Barrier 5 forms a solid-diffusion barrier between first metal 2 and second metal 4. Second metal 4 13 is chosen with consideration to the contacting of semiconductor components, for example, with consideration to the wire bonds. Barrier 5 prevents the influence by second metal 4 of optical characteristic of the system, which consists of semiconductor 1 and first metal 2.

It is especially advantageous when on semiconductor 1, all layers of the metallization are characteristically applied in only a single step. Thereby, first metal 2, barrier 5 and second metal 4 are first applied one on top of another on semiconductor



1, preferably by sputtering. The entire layer series for the metallization, consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4, is then structured. The structuring can be achieved by photolithography and then removal of the unnecessary parts of the layer series with customary wet chemistry etching agents.

Semiconductor 1 is then tempered by a temperature treatment together with the entire layer series consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4. The temperature treatment can extend depending on requirements over a time period between one minute and 30 minutes.

The metallization series can also be applied to semiconductor 1 in two or three steps. With application of the metallization series on semiconductor 1 in two steps, advantageously first metal 2 is applied to semiconductor 1. Barrier 5 and second metal 4 are then applied, structured and tempered in one step. With application of the metallization series on semiconductor 1 in three steps it is advantageous to place adhesion promotor 6 between barrier 5 and second metal 4. Titanium can serve as an adhesion promotor. A structuring of metallization layers 2, 4, 5, 6 is possible after applying each individual metallization layer and can be advantageous, for example, for supporting selective etching steps.

With application of two layers one on top of the other characteristically in one step, the border surface (interface)

1, preferably by sputtering. The entire layer series for the metallization, consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4, is then structured. The structuring can be achieved by photolithography and then removal of the unnecessary parts of the layer series with customary wet chemistry etching agents.

Semiconductor 1 is then tempered by a temperature treatment together with the entire layer series consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4. The temperature treatment can extend depending on requirements over a time period between one minute and 30 minutes.

The metallization series can also be applied to semiconductor 1 in two or three steps. With application of the metallization series on semiconductor 1 in two steps, advantageously first metal 2 is applied to semiconductor 1. Barrier 5 and second metal 4 are then applied, structured and tempered in one step. With application of the metallization series on semiconductor 1 in three steps it is advantageous to place adhesion promotor 6 between barrier 5 and second metal 4. Titanium can serve as an adhesion promotor. A structuring of metallization layers 2, 4, 5, 6 is possible after applying each individual metallization layer and can be advantageous, for example, for supporting selective etching steps.

With application of two layers one on top of the other characteristically in one step, the border surface (interface)

between these two layers is clean and well defined. With application of two layers in one step, there are also no adhesion problems between these two layers. Especially advantageous is, therefore, the application of layers 2, 3, 4 on semiconductor 1 characteristic in only one step.

Barrier 5 made of titanium-tungsten-nitride serves as a solid diffusion barrier between first metal 2 and second metal 4. A metallization series in accordance with Fig. 1 is temperature-stabile and thereby allows a simplified further processing of semiconductor components. Therefore, especially with contacting of semiconductor components, for example, with wire bonds, no special attention must be given to the temperature used.

A metallization in accordance with Fig. 1 allows a low expenditure for applying the entire metallization to semiconductor 1. With a corresponding layout for the device used to manufacture a metallization in accordance with Fig. 1, all metallization layers can be applied with a single device, preferably in a single sputter device.

A metallization in accordance with Fig. 1 is of high quality. Since the semiconductor segment during the metallization manufacturing process does not leave the vacuum used in the device for the metallization manufacture, no contamination from the air can enter, which prevents formation of damaging interface layers between the individual metal layers.

Furthermore, the characteristics of barrier 5 can be adjusted by changing the composition and thickness of the titanium-tungsten-nitride. For example, electrical resistance can be adjusted through the nitrogen content of the titanium-tungsten-nitride. For example, a secure barrier from a somewhat rough metal surface can be tailored by increasing the thickness of barrier 5.

Processes to manufacture the metallization have proved themselves with sputter targets with compositions of 10% titanium and 90% tungsten with nitrogen addition of 5 - 20% in argon sputter gas with precipitation layer thicknesses of 0.1 - 1  $\mu\text{m}$ .

Barrier 5 made of titanium-tungsten-nitride can be simply structured with high dimensional stability by wet chemical etching with  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NH}_4\text{OH}$  solutions or by plasma etching in  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  gas.

With the further processing of the semiconductor components to which semiconductor 1 belongs, there is no risk from higher temperatures, since the titanium-tungsten-nitride layer will not change at temperatures of even  $550^\circ\text{C}$  for over an hour and since such temperature loads do not occur during the subsequent steps of component manufacturing such as all types of die bonds (adhesion, soldering, alloying) or wire bonds and casing processing.

The high temperature resistance of metallization in accordance with Fig. 1 also allows a no risk operation at

temperatures above the customary limiting temperature value of 100°C and protects separated metals 2, 4 even over longer periods of time from interdiffusion with its undesirable effects such as the "purple plague" mentioned above with Al-Au compounds.

In Fig. 1, between barrier 5 and second metal 4, adhesion promoter 6 can be provided. This adhesion promoter 6 can consist of titanium. Adhesion promoter 6 can be applied together with the customary layers for metallization in accordance with Figure 1 in characteristically only one step.

For components with a substrate made of gallium phosphide and an epitaxial layer of gallium arsenide phosphide for the front side metallization, the following exemplary embodiment can be used: as first metal 2, gold-zinc with a thickness of 600 nm can be applied. As barrier 5, titanium-tungsten-nitride with a thickness of 200 nm can be used. As second metal 4, aluminum with a thickness of 1.5 µm can be applied.

With components with a substrate of gallium phosphide and an epitaxial layer of gallium phosphide, as first metal 2, a layer of gold-zinc with a thickness of 600 nm can be used. As barrier 5, a layer of titanium-tungsten-nitride with a thickness of 400 nm can be provided. As second metal 4, a layer of aluminum with a thickness of 1.5 µm can be applied.

The invention is suitable for semiconductor chips, primarily for III-V semiconductors, especially for semiconductor chips for

optoelectronics, for example, for LED's. The invention is especially suitable for front side contacts.

Patent Claims

15

1. Metallization of wire bonds for a semiconductor (1) in which on a semiconductor surface a first metal (2), a barrier and a second metal (4) are applied, is characterized by the barrier (5) between the first metal (2) and the second metal (4) consisting of titanium-tungsten-nitride (TiWN).

2. Metallization in accordance with Claim 1 is characterized by aluminum or an aluminum alloy or highly pure gold as the second metal (4).

3. Process for manufacture of a metallization in accordance with Claim 1 or 2 is characterized by the application of barrier (5) and second metal (4) characteristically in one step.

4. Process in accordance with Claim 3 is characterized by application of the first metal (2), the barrier (5) and the second metal (4) characteristically in one step.

5. Process for manufacture of a metallization in accordance with Claim 1 or 2 is characterized by the application of an adhesion promoter (6) between the barrier (5) and the second metal (4).

One page of figures included.

DE 004129647 A

APR 1992

92-115605/15 L03 U11 SIEI 28.09.90  
SIEMENS AG \*DE 4129-647-A  
28.09.90-EP-118720 (02.04.92) H011-23/48  
**Stable multiple layer metallisation contacts for cpd. semiconductors**  
**consist of contact metal, barrier of titanium tungsten-nitride and**  
**wire-bond metal and can be easily processed**  
**C92-053846**

The metallisation contact, for making wire-bonds to the semiconductor device, consists of metal (2), metal (4) and a barrier (5) between them of Ti-W-nitride (TiWN).

The metal layer (4) is pref. Al, an Al-alloy or pure Au.

All 3 layers are pref. deposited in a single process step.

An adhesion promoter layer (6) can be deposited between the barrier and the second metal layer.

#### USE/ADVANTAGES

The metallisation system is used in the mfr. of III-V semiconductor devices, especially opto-electronic devices and allows reliable operation even at temps. above 100°C.

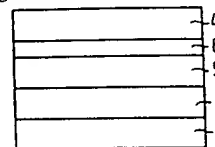
The TiWN layer, which acts as a diffusion barrier, can be easily made thick enough to compensate for roughness of the first metal layer. The layer does not change its compsn. during subsequent heat-treatments at temps. up to 550°C.

L(3-G2, 4-A2, 4-C11D)

for 1 hour. The barrier can be easily etched in a wetting step. It can be deposited in a vacuum depositions. in sequence with the other layers, avoiding the substrate being exposed to the ambient and so avoiding contamination. and reaction in ambient air. The resistance of the layer can be adjusted by the N-content.

#### EXAMPLE

Using a GaP substrate a first metal layer of 600 nm AuZn was used. A barrier of 400 nm thick TiWN was deposited by sputtering of Ti and W in a 5-20% N<sub>2</sub> concentration using a target of 10% Ti and 90% W. The final layer is a 1.5 micron thick Al layer. The TiWN layer could be etched using H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-NH<sub>4</sub>OH or plasma etching in CF<sub>4</sub> and O<sub>2</sub> (5pp1698HPDwgNo1/3).



DE412

© 1992 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,

Suite 401 McLean, VA22101, USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

X



BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 29 647 A 1**

⑤ Int. Cl. 5:  
**H 01 L 23/482**

⑳ Aktenzeichen: P 41 29 647.8  
㉔ Anmeldetag: 6. 9. 91  
㉕ Offenlegungstag: 2. 4. 92

DE 41 29 647 A 1

Unionspriorität: ㉔ ㉕ ㉖

28.09.90 EP 90 11 8720.3

Anmelder:

Siemens AG, 8000 München, DE

㉗ Erfinder:

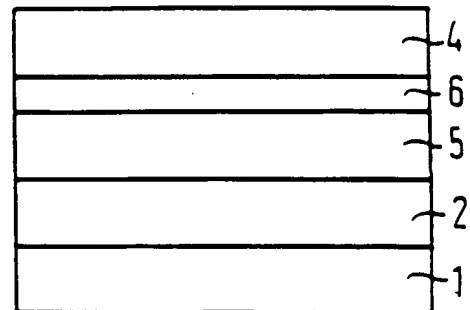
Nirschl, Ernst, Dr., 8411 Wenzelbach, DE; Lang,  
Gisela; Weispfenning, Ingrid, 8400 Regensburg, DE

PTO 2000-1140

S.T.I.C. Translations Branch

#### Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter

Eine Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter (1), bei der auf eine Halbleiteroberfläche ein erstes Metall (2), eine Sperre und ein zweites Metall (4) aufgebracht sind, soll ein wirtschaftliches Herstellverfahren, einen kleinen elektrischen Widerstand, ein einfaches Strukturierverfahren und Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements ermöglichen. Die Sperre (5) zwischen dem ersten Metall (2) und dem zweiten Metall (4) besteht aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN).





## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In der Halbleitertechnik, insbesondere bei den III-V-Halbleitern, die hier als Beispiele herangezogen werden, sind neben Einfachmetallisierungen häufig Metallisierungsfolgen notwendig, um Anschlüsse für den elektrischen Kontakt zu bekommen.

Fig. 2 zeigt einen typischen Aufbau für eine Metallisierungsfolge. Auf einem Halbleiter 1 befindet sich ein erstes Metall 2. Auf dem ersten Metall 2 ist eine Sperre 3 vorgesehen. Auf der Sperre 3 ist ein zweites Metall 4 angeordnet. Aufgabe der Sperre 3 ist es, das erste Metall 2 und das zweite Metall 4 sicher auseinander zu halten. Anderenfalls ergeben sich aus dem direkten Verbund von erstem Metall 2 und zweitem Metall 4 negative Eigenschaften für die ursprünglich gedachte Wirkung der beiden Einzelmetalle 2, 4.

Wenn die Metallisierungsfolge zum Drahtbonden (wire bond) vorgesehen ist, ist typischerweise das erste Metall 2 eine AuZn-Verbindung zur p-Dotierung des Halbleiters 1 oder eine AuGe-Verbindung zur n-Dotierung des Halbleiters 1 und das zweite Metall 4 ist Al bzw. eine Al-Legierung oder Reinst-Au zum Wire-Bonden.

Eine typische nicht gewünschte negative Eigenschaft des direkten Verbunds dieser Metalle beim Drahtbonden ist eine bestimmte AlAu-Verbindung, die sogenannte "Purpurpest", die bei höheren Temperaturen entsteht und die die Kontakteigenschaften der Metallisierungsfolge drastisch verschlechtert.

Bekannte Metallisierungen ohne Sperre weisen einen typischen Aufbau nach Fig. 3 auf. Auf einem Halbleiter 1 befindet sich dabei ein erstes Metall 2. Auf dem ersten Metall 2 ist ein zweites Metall 4 aufgebracht. Die Metallisierungen 2, 4 werden dabei in zwei Schritten aufgebracht: Beim ersten Schritt wird das erste Metall 2 aufgebracht, wird das erste Metall 2 mittels Fotolithographie und Ätzen des ersten Metalls 2 strukturiert, wird anschließend zur Erzielung einer besseren Haftung des ersten Metalls 2 auf dem Halbleiter 1 und zum Erreichen der gewünschten elektrischen Eigenschaft des Kontakts, z. B. des ohmschen Verhalten des Kontakts getempert. Beim zweiten Schritt wird das zweite Metall 4 aufgebracht und strukturiert. Dieser bekannte Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 muß mit hohem Aufwand hergestellt werden. Auch stellt diese Metallisierung nach Fig. 3 ohne Sperre sowohl ein Risiko bei der Weiterverarbeitung (Interdiffusion bei höheren Temperaturen, als Folge davon Bondprobleme) als auch ein Zuverlässigkeitsrisiko während des Betriebs dar ("Purpurpest" im Falle von AuAl-Verbindungen, mit der Folge von mechanischen Instabilitäten und eines Anstiegs des elektrischen Widerstands des Kontakts).

Ein anderer bekannter Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre kann anhand von Fig. 2 beschrieben werden. Wie bei einem Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 werden auch dabei die Metallisierungen in zwei Schritten aufgebracht: Beim ersten Schritt wird wie bei einem Metallisierungsaufbau nach Fig. 3 vorgegangen. Beim zweiten Schritt wird eine Sperre 3 aufgebracht, beispielsweise Titan als Opfersperre oder Nickel bzw. Platin als passive Sperre, sodann wird noch beim zweiten Schritt das zweite Metall 4 auf die Sperre 3 aufgebracht und werden die Sperre 3 gemeinsam mit dem zweiten Metall 4 strukturiert.

Dieser Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre erfordert einen noch höheren Aufwand als ein Metallisierungsaufbau nach Fig. 3. Sehr schwierig ist bei einem solchen Metallisierungsaufbau mit Opfersperre oder passiver Sperre vor allem beim Strukturieren das Ätzen des Nickel bzw. des Platin. Das naßchemische Ätzen des Titan und des Nickel ist aufwendig und beeinträchtigt die Maßhaltigkeit. Platin kann anschließend sputtergeätzt werden.

Im Falle der Opfersperre gibt es zwar eine gewisse Resistenz gegenüber einer Interdiffusion des ersten Metalls 2 und des zweiten Metalls 4, jedoch besteht immer noch ein Risiko bei der Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements und während des Betriebs des Halbleiterbauelements, wenn sich die Sperre 3 aufgrund höherer Temperatureinwirkung auf das Halbleiterbauelement über längere Zeit zu schnell verbraucht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Metallisierung der eingangs genannten anzugeben, die insbesondere in Hinblick auf die Sperrleistung ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren, einen kleinen elektrischen Widerstand, ein einfaches Strukturierverfahren und Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements vor allem bei höheren Temperaturen und elektrischen Strömen, je nach Anwendungsfall unterschiedlich wichtig, jeweils in optimaler Weise ermöglicht.

Die unterschiedlichen Teilaufgaben können technisch in verschiedener Art und Weise erfüllt werden:

Ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren kann durch Aufdampfen, Sputtern, Galvanik erzielt werden.

Ein kleiner elektrischer Widerstand kann durch Verwendung von Metallen, Metallverbindungen, Legierungen, Nitride, Carbide erreicht werden.

Ein einfaches Strukturierverfahren kann durch Fotolithographie und anschließendes Entfernen der nicht benötigten Teile der Schicht durch Naßchemie, durch Plasmaätzen, durch Sputterätzen oder durch Abhetztechnik erreicht werden.

Stabilität während der Weiterverarbeitung und während des Betriebs des Halbleiterbauelements vor allem bei höheren Temperaturen und elektrischen Strömen kann durch passive Sperren (passive barrier), Opfersperren (sacrificial barrier), Verfüllungssperren (stuffed barrier) erzielt werden.

Erfindungsgemäß wird die zugrundeliegende Aufgabe durch eine Metallisierung nach dem Patentanspruch 1 gelöst.

Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind den Unteransprüchen und in der Beschreibung angegeben.

Erfindungsgemäß wird eine Verfüllungssperre Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN) eingeführt.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Metallisierung.

Fig. 2 und 3 erläutern den typischen Aufbau von bekannten Metallisierungsfolgen.

Bei Fig. 1 ist auf einem Halbleiterkörper 1 ein erstes Metall 2 aufgebracht. Auf dem ersten Metall 2 ist eine Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid vorgesehen. Auf der Sperre 5 ist ein zweites Metall 4 aufgebracht. Wenn der Halbleiter 1 ein optisches Halbleiterbauelement repräsentiert, werden durch das erste Metall 2 auch optische Eigenschaften dieses optischen Halbleiterbauelements beeinflusst. Die Sperre 5 bildet eine Festkörper-Diffusionssperre zwischen dem ersten Metall 2 und dem

weiten Metall 4. Das zweite Metall 4 ist ausgewählt in Hinblick auf die Kontaktierung des Halbleiterbauelements, z. B. in Hinblick auf das Drahtbonden. Die Sperre verhindert die Beeinflussung der optischen Eigenschaften des Systems, welches aus dem Halbleiter 1 und dem ersten Metall 2 besteht, durch das zweite Metall 4. Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf den Halbleiter 1 mehrere Schichten der Metallisierung im wesentlichen nur einem einzigen Schritt aufgebracht werden. Dabei werden zuerst das erste Metall 2, die Sperre 5 und das zweite Metall 4 übereinander auf den Halbleiter 1 vorzugsweise durch Sputtern aufgebracht. Sodann wird die gesamte Schichtfolge der Metallisierung, bestehend aus dem ersten Metall 2, der Sperre 5 und dem zweiten Metall 4 strukturiert. Die Strukturierung kann durch Lithographie und anschließendes Entfernen der nicht benötigten Teile der Schichtfolge mit üblichen chemischen Ätzmitteln erfolgen. Sodann wird der Halbleiter 1 zusammen mit der gesamten Schichtfolge stehend aus erstem Metall 2, Sperre 5 und zweitem Metall 4 getempert durch Temperaturbehandlung. Die Temperaturbehandlung kann bei Temperaturen zwischen 400–550°C erfolgen. Die Temperaturbehandlung kann sich je nach Anforderung über einen Zeitbereich zwischen einer Minute und 30 Minuten erstrecken. Die Metallisierungsfolge kann auf den Halbleiter 1 in zwei oder in drei Schritten aufgebracht werden. Beim Aufbringen der Metallisierungsfolge auf den Halbleiter 1 in zwei Schritten wird vorteilhaft das erste Metall 2 auf den Halbleiter 1 aufgebracht. Sodann wird die Sperre 5 und das zweite Metall 4 in einem Schritt aufgebracht, strukturiert und getempert. Beim Aufbringen der Metallisierungsfolge auf den Halbleiter 1 in drei Schritten ist es vorteilhaft, zwischen der Sperre und das zweite Metall 4 einen Haftvermittler 6 anzubringen. Als Haftvermittler kann Titan dienen. Eine Strukturierung der Metallisierungsschichten 2, 4, 5, 6 ist nach dem Aufbringen jeder einzelnen Metallisierungsschicht möglich und kann vorteilhaft sein, z. B. zur Erzielung selektiver Ätzschritte.

Beim Aufbringen von zwei Schichten übereinander ist im wesentlichen in einem Schritt die Grenzfläche (Interface) zwischen diesen beiden Schichten sauber und wohl definiert. Beim Aufbringen von zwei Schichten in einem Schritt gibt es auch keine Haftungsprobleme zwischen diesen beiden Schichten. Besonders vorteilhaft ist daher das Aufbringen der Schichten 2, 3, 4 auf den Halbleiter 1 im wesentlichen in nur einem Schritt. Die Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid dient als Festpermeations-Diffusionssperre zwischen einem ersten Metall und einem zweiten Metall 4. Eine Metallisierungsfolge nach Fig. 1 ist temperaturstabil und ermöglicht damit vereinfachtes Weiterverarbeiten des Halbleiterbauelements. Insbesondere muß daher beim Kontaktieren Halbleiterbauelements, beispielsweise beim Drahtbonden, nicht besonders auf die verwendete Temperatur geachtet werden.

Eine Metallisierung nach Fig. 1 ermöglicht einen gegen Aufwand beim Aufbringen der gesamten Metallisierung auf den Halbleiter 1. Bei entsprechender Auslegung der verwendeten Vorrichtung zur Herstellung der Metallisierung nach Fig. 1 können alle Metallisierungsschichten in einer einzigen Anlage, vorzugsweise in einer einzigen Sputteranlage, aufgebracht werden. Eine Metallisierung nach Fig. 1 ist von hoher Qualität. Die Halbleiterscheiben während des Herstellungszesses der Metallisierung nicht aus dem Vakuum der verwendeten Anlage zur Herstellung der Metallisierung

herauskommen, können keine Kontaminationen aus der Luft auftreten, was die Bildung schädlicher Interface-Schichten zwischen den einzelnen Metallschichten verhindert. Weiterhin lassen sich die Eigenschaften der Sperre 5 durch Änderung der Zusammensetzung und Dicke des Titan-Wolfram-Nitrids einstellen. Z. B. läßt sich der elektrische Widerstand durch den Stickstoffgehalt des Titan-Wolfram-Nitrids einstellen. Z. B. läßt sich die sichere Absperrung einer etwas rauheren Oberfläche eines Metalls durch Erhöhung der Dicke der Sperre 5 einstellen.

Bewährt haben sich Prozesse zur Herstellung der Metallisierung mit Sputtertargets mit Zusammensetzungen von 10% Titan und 90% Wolfram bei einer Stickstoffzugabe von 5–20% im Argon-Sputtergas bei niedergeschlagenen Schichtdicken von 0,1–1 µm.

Die Sperre 5 aus Titan-Wolfram-Nitrid kann mit hoher Maßhaltigkeit einfach strukturiert werden durch nachchemisches Ätzen mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/NH<sub>4</sub>OH-Lösungen oder durch Plasmaätzen im CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>-Gas.

Bei der Weiterverarbeitung des Halbleiterbauelements, zu dem der Halbleiter 1 gehört, besteht kein Risiko durch höhere Temperaturen, da die Titan-Wolfram-Nitrid-Schicht sich bei Temperaturen von selbst 550°C über eine Stunde hinweg nicht verändert und da solche Temperaturbelastungen bei den nachfolgenden Schritten der Bauelementenherstellung wie alle Arten von Die-Bonden (Kleben, Löten, Legieren) oder Wire-Bonden und Umhüllungsprozessen nicht auftreten.

Die hohe Temperaturbeständigkeit einer Metallisierung nach Fig. 1 erlaubt auch einen risikolosen Betrieb bei Temperaturen über dem üblicherweise limitierten Temperaturwert von 100°C und bewahrt die zu trennenden Metalle 2, 4 auch über längere Zeit hinweg vor der Interdiffusion mit ihren unerwünschten Auswirkungen, wie der oben erwähnten "Purpurpest" bei der Al-Au-Verbindung.

In Fig. 1 kann zwischen der Sperre 5 und dem zweiten Metall 4 ein Haftvermittler 6 vorgesehen sein. Dieser Haftvermittler 6 kann aus Titan bestehen. Der Haftvermittler 6 kann zusammen mit den übrigen Schichten der Metallisierung nach Fig. 1 im wesentlichen in nur einem Schritt aufgebracht werden.

Für Bauelemente mit einem Substrat aus Galliumphosphid und einer Epitaxieschicht aus Galliumarsenidphosphid können für die Vorderseiten-Metallisierungen folgende Ausführungsbeispiele verwendet werden: Als erstes Metall 2 kann Gold-Zink mit einer Dicke von 600 nm aufgebracht werden. Als Sperre 5 kann Titan-Wolfram-Nitrid mit einer Dicke von 200 nm verwendet werden. Als zweites Metall 4 kann Aluminium mit einer Dicke von 1,5 µm aufgebracht werden.

Bei Bauelementen mit einem Substrat aus Galliumphosphid und einer Epitaxieschicht aus Galliumphosphid kann als erstes Metall 2 eine Schicht aus Gold-Zink mit einer Dicke von 600 nm verwendet werden. Als Sperre 5 kann eine Schicht aus Titan-Wolfram-Nitrid mit einer Dicke von 400 nm vorgesehen werden. Als zweites Metall 4 kann eine Schicht aus Aluminium mit einer Dicke von 1,5 µm aufgebracht werden.

Die Erfindung eignet sich für Halbleiterchips, vor allem für III-V-Halbleiter, insbesondere für Halbleiterchips der Optoelektronik, beispielsweise für LED's. Die Erfindung eignet sich besonders für Vorderseitenkontakte.

## Patentansprüche

1. Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter (1), bei der auf eine Halbleiteroberfläche ein erstes Metall (2), eine Sperre und ein zweites Metall (4) aufgebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperre (5) zwischen dem ersten Metall (2) und dem zweiten Metall (4) aus Titan-Wolfram-Nitrid (TiWN) besteht.
2. Metallisierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Aluminium oder eine Aluminium-Legierung oder Reinst-Gold als zweites Metall (4).
3. Verfahren zur Herstellung einer Metallisierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Aufbringen der Sperre (5) und des zweiten Metalls (4) im wesentlichen in einem Schritt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch Aufbringen des ersten Metalls (2), der Sperre (5) und des zweiten Metalls (4) im wesentlichen in einem Schritt.
5. Verfahren zur Herstellung einer Metallisierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Aufbringen eines Haftvermittlers (6) zwischen Sperre (5) und zweitem Metall (4).

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

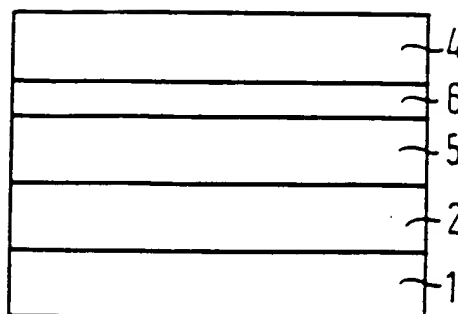


FIG 2

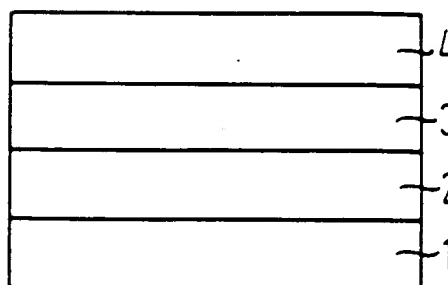
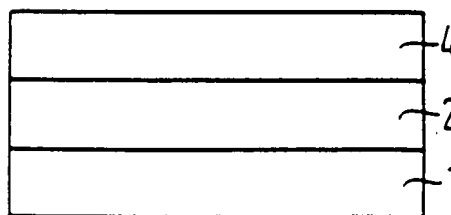


FIG 3



- Leerseite -

PTO 00-0500

CY=DE DATE=19920402 KIND=A1  
PN=4,129,647

METALLIZATION FOR WIRE BONDS FOR A SEMICONDUCTOR  
[Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter]

Ernst Nirschl, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. November 1999

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(10):	DE
DOCUMENT NUMBER	(11):	4129647
DOCUMENT KIND	(12):	A1
	(13):	
PUBLICATION DATE:	(43):	19920402
PUBLICATION DATE	(45):	
APPLICATION NUMBER	(21):	P4129647.8
APPLICATION DATE	(22):	19910906
ADDITION TO	(61):	
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51):	H01L 23/482
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52):	
PRIORITY COUNTRY	(33):	EP
PRIORITY NUMBER	(31):	90118720.3
PRIORITY DATE	(32):	19900928
INVENTOR	(72):	NIRSCHL, ERNST; LANG GISELA; WEISPFENNING, INGRID
APPLICANT	(71):	SIEMENS AG
TITLE	(54):	METALLIZATION FOR WIRE BONDS FOR A SEMICONDUCTOR
FOREIGN TITLE	[54A]:	Metallisierung zum Drahtbonden für einen Halbleiter

The invention involves a metallization for wire bonds for a semiconductor in accordance with the preamble of Patent Claim 1.

In semiconductor technology, especially with III-V semiconductors, that are used here as examples, besides simple metallization, frequently metallization series are necessary to create connectors for electrical contact.

Figure 2 shows a typical construction for a metallization series. On semiconductor 1 is found first metal 2. Barrier 3 is provided on first metal 2. Second metal 4 is placed on barrier 3. The function of barrier 3 is to securely hold first metal 2 and second metal 4 apart. Otherwise negative characteristics for the originally intended effect of both individual metals 2, 4 result from direct contact of first metal 2 and second metal 4.

When a metallization series for wire bonds is provided, typically first metal 2 is a AuZn compound for p-doping semiconductor 1 or a AuGe compound for p-doping semiconductor 1, and second metal 4 is Al or an Al alloy or highly pure Au for wire bonds.

A typical, undesired, negative characteristic for direct connection of these metals for wire bonds is a certain AlAu compound, the so-called "purple plague", that arises at higher

---

\*Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.



temperatures and drastically worsens the contact characteristics of the metallization series.

Known metallizations without barriers have a typical construction in accordance with Fig. 3. On semiconductor **1** is thereby found first metal **2**. Second metal **4** is placed on first metal **2**. Metallizations **2**, **4** are thereby applied in two steps: in the first step, first metal **2** is applied; if first metal **2** is structured by means of photolithography and etching of first metal **2**, then to create a better adhesion of first metal **2** on semiconductor **1** and to achieve the desired electrical characteristic for the contact, for example, the ohmic behavior is tempered. In the second step, second metal **4** is applied and structured. This known metallization construction in accordance with Fig. 3 requires high expenditure for its manufacture. This metallization in accordance with Fig. 3 without a barrier also represents both a risk during further processing (interdiffusion at higher temperatures, bonding problems as a consequence of this) and a dependability risk during operation ("purple plague" in the case of AuAl compounds, with the consequence of mechanical instabilities and a increase in the electrical resistance of the contact).

Another known metallization construction with a sacrificial barrier or passive barrier can be described using Fig. 2. As with a metallization construction in accordance with Fig. 3, the

metallizations can thereby also be applied in two steps: with the first step, the process is as in the metallization construction in accordance with Fig. 3. During the second step, barrier 3 is applied, for example, titanium as a sacrificial barrier or nickel and/or platinum as a passive barrier, then still during the second step, second metal 4 is applied on barrier 3, and barrier 3 is structured together with second metal 4.

This metallization characteristic with sacrificial barrier or /2 passive barrier requires a still higher expenditure than a metallization construction in accordance with Fig. 3. Very difficult with such a metallization construction with a sacrificial barrier or a passive barrier is primarily etching the nickel or platinum during structuring. Wet chemical etching of titanium and nickel is expensive and interferes with dimensional stability. Platinum can be exclusively sputter etched.

In the case of sacrificial barriers, there is a certain resistance with respect to interdiffusion of first metal 2 and second metal 4, however there is always a risk with further procession of the semiconductor components and during operation of the semiconductor components, when barrier 3 is too quickly used up due to higher temperature effects over longer periods of time on the semiconductor elements.

The present invention achieves the goal of providing a metallization of the type mentioned in the introduction that,

especially with respect to the barrier, allows in an optimal manner a simple structuring process and stability during further processing and during the operation of the semiconductor elements primarily at higher temperatures and electric currents, weighted differently depending on the usage case.

The various partial goals can be technically fulfilled in various ways:

An economic manufacturing process can be achieved through evaporation, sputtering or galvanics.

A small electrical resistance can be achieved through use of metals, metal compounds, alloys, nitrides, or carbides.

A simple structuring process can be achieved through photolithography and then removing the unnecessary parts of the layer by wet chemistry, by plasma etching, by sputter etching or by lifting technology.

Stability during further processing and during the operation of the semiconductor elements primarily at higher temperatures and electrical currents can be achieved by passive barriers, sacrificial barriers, or stuffed barriers.

In accordance with the invention the underlying goal is achieved by a metallization in accordance with patent Claim 1.

Embodiments and advantages of the invention are given in the subclaims and in the description.

In accordance with the invention a stuffed barrier is introduced of titanium-tungsten-nitride (TiWN).

The invention is more closely explained using the figures.

Figure 1 schematically shows a metallization in accordance with the invention.

Figures 2 and 3 explain the typical construction of known metallization series.

In Fig. 1, first metal 2 is applied to semiconductor 1. Barrier 5 of titanium-tungsten-nitride is provided on first metal 2. Second metal 4 is applied to barrier 5. When semiconductor 1 represents an optical semiconductor component, optical characteristic of this optical semiconductor component are also influenced by first metal 2. Barrier 5 forms a solid-diffusion barrier between first metal 2 and second metal 4. Second metal 4 /3 is chosen with consideration to the contacting of semiconductor components, for example, with consideration to the wire bonds. Barrier 5 prevents the influence by second metal 4 of optical characteristic of the system, which consists of semiconductor 1 and first metal 2.

It is especially advantageous when on semiconductor 1, all layers of the metallization are characteristically applied in only a single step. Thereby, first metal 2, barrier 5 and second metal 4 are first applied one on top of another on semiconductor

1, preferably by sputtering. The entire layer series for the metallization, consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4, is then structured. The structuring can be achieved by photolithography and then removal of the unnecessary parts of the layer series with customary wet chemistry etching agents.

Semiconductor 1 is then tempered by a temperature treatment together with the entire layer series consisting of first metal 2, barrier 5 and second metal 4. The temperature treatment can extend depending on requirements over a time period between one minute and 30 minutes.

The metallization series can also be applied to semiconductor 1 in two or three steps. With application of the metallization series on semiconductor 1 in two steps, advantageously first metal 2 is applied to semiconductor 1. Barrier 5 and second metal 4 are then applied, structured and tempered in one step. With application of the metallization series on semiconductor 1 in three steps it is advantageous to place adhesion promotor 6 between barrier 5 and second metal 4. Titanium can serve as an adhesion promotor. A structuring of metallization layers 2, 4, 5, 6 is possible after applying each individual metallization layer and can be advantageous, for example, for supporting selective etching steps.

With application of two layers one on top of the other characteristically in one step, the border surface (interface)

between these two layers is clean and well defined. With application of two layers in one step, there are also no adhesion problems between these two layers. Especially advantageous is, therefore, the application of layers 2, 3, 4 on semiconductor 1 characteristic in only one step.

Barrier 5 made of titanium-tungsten-nitride serves as a solid diffusion barrier between first metal 2 and second metal 4. A metallization series in accordance with Fig. 1 is temperature-stable and thereby allows a simplified further processing of semiconductor components. Therefore, especially with contacting of semiconductor components, for example, with wire bonds, no special attention must be given to the temperature used.

A metallization in accordance with Fig. 1 allows a low expenditure for applying the entire metallization to semiconductor 1. With a corresponding layout for the device used to manufacture a metallization in accordance with Fig. 1, all metallization layers can be applied with a single device, preferably in a single sputter device.

A metallization in accordance with Fig. 1 is of high quality. Since the semiconductor segment during the metallization manufacturing process does not leave the vacuum used in the device for the metallization manufacture, no contamination from the air can enter, which prevents formation of damaging interface layers between the individual metal layers.

/4

Furthermore, the characteristics of barrier 5 can be adjusted by changing the composition and thickness of the titanium-tungsten-nitride. For example, electrical resistance can be adjusted through the nitrogen content of the titanium-tungsten-nitride. For example, a secure barrier from a somewhat rough metal surface can be tailored by increasing the thickness of barrier 5.

Processes to manufacture the metallization have proved themselves with sputter targets with compositions of 10% titanium and 90% tungsten with nitrogen addition of 5 - 20% in argon sputter gas with precipitation layer thicknesses of 0.1 - 1  $\mu\text{m}$ .

Barrier 5 made of titanium-tungsten-nitride can be simply structured with high dimensional stability by wet chemical etching with  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NH}_4\text{OH}$  solutions or by plasma etching in  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  gas.

With the further processing of the semiconductor components to which semiconductor 1 belongs, there is no risk from higher temperatures, since the titanium-tungsten-nitride layer will not change at temperatures of even  $550^\circ\text{C}$  for over an hour and since such temperature loads do not occur during the subsequent steps of component manufacturing such as all types of die bonds (adhesion, soldering, alloying) or wire bonds and casing processing.

The high temperature resistance of metallization in accordance with Fig. 1 also allows a no risk operation at

temperatures above the customary limiting temperature value of 100°C and protects separated metals 2, 4 even over longer periods of time from interdiffusion with its undesirable effects such as the "purple plague" mentioned above with Al-Au compounds.

In Fig. 1, between barrier 5 and second metal 4, adhesion promoter 6 can be provided. This adhesion promoter 6 can consist of titanium. Adhesion promoter 6 can be applied together with the customary layers for metallization in accordance with Figure 1 in characteristically only one step.

For components with a substrate made of gallium phosphide and an epitaxie layer of gallium arsenide phosphide for the front side metallization, the following exemplary embodiment can be used: as first metal 2, gold-zinc with a thickness of 600 nm can be applied. As barrier 5, titanium-tungsten-nitride with a thickness of 200 nm can be used. As second metal 4, aluminum with a thickness of 1.5 µm can be applied.

With components with a substrate of gallium phosphide and an epitaxie layer of gallium phosphide, as first metal 2, a layer of gold-zinc with a thickness of 600 nm can be used. As barrier 5, a layer of titanium-tungsten-nitride with a thickness of 400 nm can be provided. As second metal 4, a layer of aluminum with a thickness of 1.5 µm can be applied.

The invention is suitable for semiconductor chips, primarily for III-V semiconductors, especially for semiconductor chips for



optoelectronics, for example, for LED's. The invention is especially suitable for front side contacts.

#### Patent Claims

/5

1. Metallization of wire bonds for a semiconductor (1) in which on a semiconductor surface a first metal (2), a barrier and a second metal (4) are applied, is characterized by the barrier (5) between the first metal (2) and the second metal (4) consisting of titanium-tungsten-nitride (TiWN).

2. Metallization in accordance with Claim 1 is characterized by aluminum or an aluminum alloy or highly pure gold as the second metal (4).

3. Process for manufacture of a metallization in accordance with Claim 1 or 2 is characterized by the application of barrier (5) and second metal (4) characteristically in one step.

4. Process in accordance with Claim 3 is characterized by application of the first metal (2), the barrier (5) and the second metal (4) characteristically in one step.

5. Process for manufacture of a metallization in accordance with Claim 1 or 2 is characterized by the application of an adhesion promoter (6) between the barrier (5) and the second metal (4).

---

One page of figures included.

FIG 1

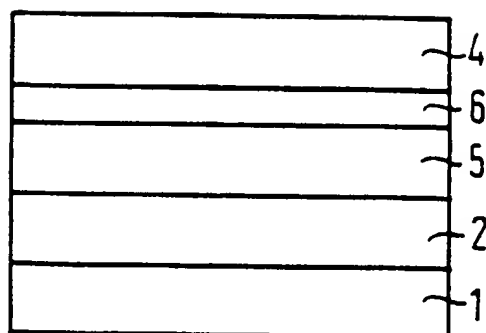


FIG 2

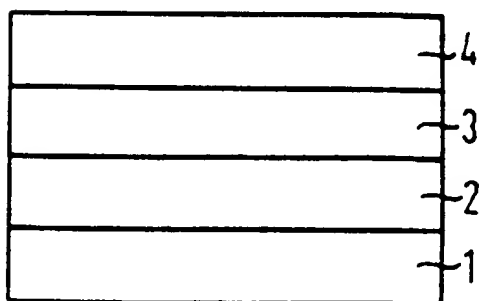


FIG 3

